

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER

ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

* * * * *

UNTER MITWIRKUNG * DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-CEMENT-
* * FABRIKANTEN * UND * DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS * *

VII. JAHRGANG 1910.

N^o. 8.

Ausführung von Fabrik- und Schornsteinbau unter besonderer Berücksichtigung der Feuerfestigkeit der Materialien und Konstruktionsteile.

Nach dem Vortrag, gehalten auf der XIII. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins, von Ob.-Ingenieur Steppes der Firma Hüser & Cie., Obercassel. (Schluß.) Hierzu die Abbildung Seite 31.



Die Abbildung 6 zeigt die Konstruktion einer Staubkammer für einen Drehofen; an einen Schornstein werden zwei solcher Kammern angeschlossen. Das kastenförmige Bauwerk hat eine Grundrißfläche von rd. 6 · 16 m; der vordere hohe Teil, in den der Drehofen mündet, hat eine Gesamthöhe von 11,4 m, der hintere niedere Teil eine Höhe von 8,65 m.

Das Bauwerk besteht zunächst aus den außen liegenden, in das Fundament eingespannten, durch Versteifungsrippen verbundenen Eisenbetonrahmen (vergl. die Einzelheiten in Abbildung 7), welche die begehbare, teilweise durch Maschinenteile belastete Außendecke der Kammer tragen. Die lotrechten Wandfüllungen der Außenkonstruktion bestehen aus Zementrabitz-Wänden, die nur den Zweck haben, die notwendige Dichtigkeit gegen Außenluft zu gewährleisten. In diese äußere Kammer ist eine innere eingebaut, welche die Rolle des sonst üblichen feuerfesten Futter übernimmt. Auch hier bestehen die tragenden Konstruktionsteile aus Eisenbetonrahmen, die durch in der Sohle liegende Zugstangen geschlossen sind. Die Wand- und Deckenfüllungen sind als stehende bzw. wagrechte Eisenbetongewölbe von 6 cm Stärke ausgebildet, die zur weiteren Sicherung festen Zusammenhaltens des Betons (bei etwaigen Temperaturrissen) mit einer Drahtgewebe-Einlage versehen sind; diese Gewölbe lagern frei beweglich in den Eisenbetonrahmen. Ebenso ist die geeignete, mit Drahtgewebe-Einlage versehene Eisenbeton-Sohlenplatte frei beweglich gelagert. Um den Einfluß der Temperaturdehnungen noch weiterhin nach Möglichkeit auszuschalten, ist der Einbau in drei unabhängige Teile geteilt; der eine Teil wird durch die selbständige hohe Kammer gebildet; der Einbau der niederen Kammer ist in zwei Teile zerschnitten. Die Versteifungsrippen der drei Rahmengruppen liegen hinter den Wand- bzw. Deckengewölben, um sie dem Temperatureinfluß nach Möglichkeit zu entziehen.

Die Innenkonstruktion wurde aus Basaltbeton in Mischung 1 : 2 : 3 hergestellt. Für den Beton der äußeren Konstruktionsteile wurde Rheinsandkies verwendet, da sich mit diesem Material dichtere Ansichtsflächen, die nicht weiter verputzt werden sollten, erzielen ließen. Die Trennungswand zwischen dem hohen und niederen Teil der Kammer, welche den Zweck hat, die eintretende Flugasche nach abwärts zu führen und dadurch das Absinken der Asche zu fördern, ist aus Basaltbeton magerer Mischung 1 : 5 : 7 hergestellt, ebenso die Ausbetonierung um die Reinigungstüren und den Ofenmündungsring.

Da die Entleerung der Kammer durch die Reinigungstüren wegen der Leichtflüssigkeit der glühenden

Asche mit Gefahren verbunden ist, wurde bei der augenblicklich im Bau begriffenen zweiten Kammer eine selbsttätige Entleerung vorgesehen; diese Einrichtung ist auf der Zeichnung nicht dargestellt.

Die Ausbildung des Eisenbeton-Schornsteins, an den zwei Drehöfen angeschlossen sind, geht aus der Abbildung 8 hervor. Seine Höhe über dem Gelände beträgt 60 m, der lichte Durchmesser des tragenden Schaftes im unteren Teil 3 m, im oberen Teil 2,5 m; die Wandstärke des unteren Schaftes ist 25 cm, des oberen 15 cm. Auf die Höhe des unteren Schaftes von 28 m ist ein innerer 15 cm starker freistehender Rauchring eingebaut, der den äußeren tragenden Mantel durch eine 10 cm starke Luftschicht von der Innentemperatur isoliert.

Der äußere tragende Eisenbetonschaft ist in Mischung 1 : 1,5 : 1,5 ausgeführt unter Verwendung von Rheinsandkies, um glatte Außenflächen zu erzielen, die einen Putz nicht erhielten. Der innere Rauchring ist hergestellt aus Basaltbeton 1 : 2 : 3 mit Drahtgewebe-Einlage. Der Kern des Schornsteines mit der Feuerzunge besteht aus einem Eisenbetongefach aus Basaltbeton

1 : 2 : 3, das zur Erzielung des nötigen Gewichtes mit trockener Steinpackung gefüllt und mit einer Betonschicht mit Drahtgewebe-Einlage abgedeckt ist.

Es sei noch bemerkt, daß die lotrechte Eiseneinlage des Schornstein-Mantels zur Blitzableitung herangezogen wurde, in der Weise, daß die Aufhängestange an das obere Ende dieser Armierung angeschlossen wurde, während am Sockel des Schornsteines diese Armierung mit der Erdleitung in Verbindung gebracht ist. Die sonst übliche Luftdrahtleitung zwischen

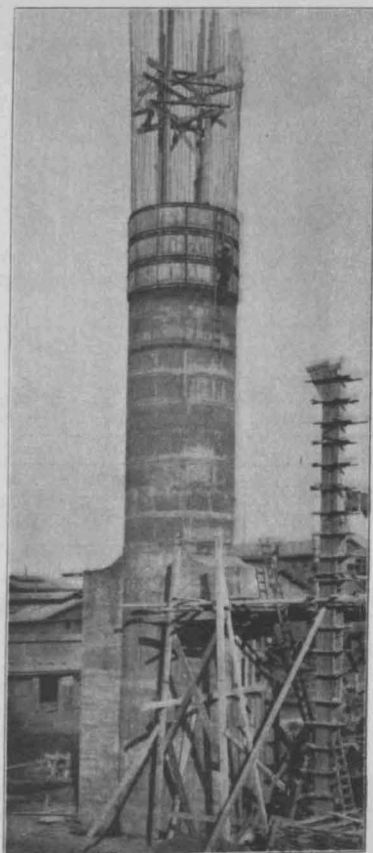


Abbildung 9. Schornstein im Bau.

Auffangestange und Erdreich ist also durch die Eisen- einlage im Schornstein ersetzt.

Abbildung 9 zeigt den Schornstein im Bau. Zur Herstellung des Schaftes wurden drei Schalungsringe verwendet; jeder Schalungsring ist 1 m hoch und besteht aus vier Teilen. Die Schalungsringe wurden an kleinen Flaschenzügen aufgehängt, die an dem stets über die Schalung hochgeführten Gerüst befestigt waren. Das Hochziehen der Schalungsringe geschah gleichfalls mit diesen Flaschenzügen, das Lösen der-

Teilausführung dar, während die Abbildungen 2 und 3 Querschnitte derselben wiedergeben. Abbildung 4 zeigt einen Einblick in die Ofenhalle, die zur Aufstel- lung zweier Oefen bestimmt ist und später eine Erwei- lung erfahren wird. Die Hallenbinder sind (mit Aus- nahme der versteiften Endbinder) zweistielige Rahmen mit Fußgelenken, mit einer Spannweite von 15 m und einer Gesamthöhe von 15,5 bzw. 17 m. Die Gelenke wurden durch eine im Kern des Fußquerschnittes lie- gende Bleiplatte gebildet.

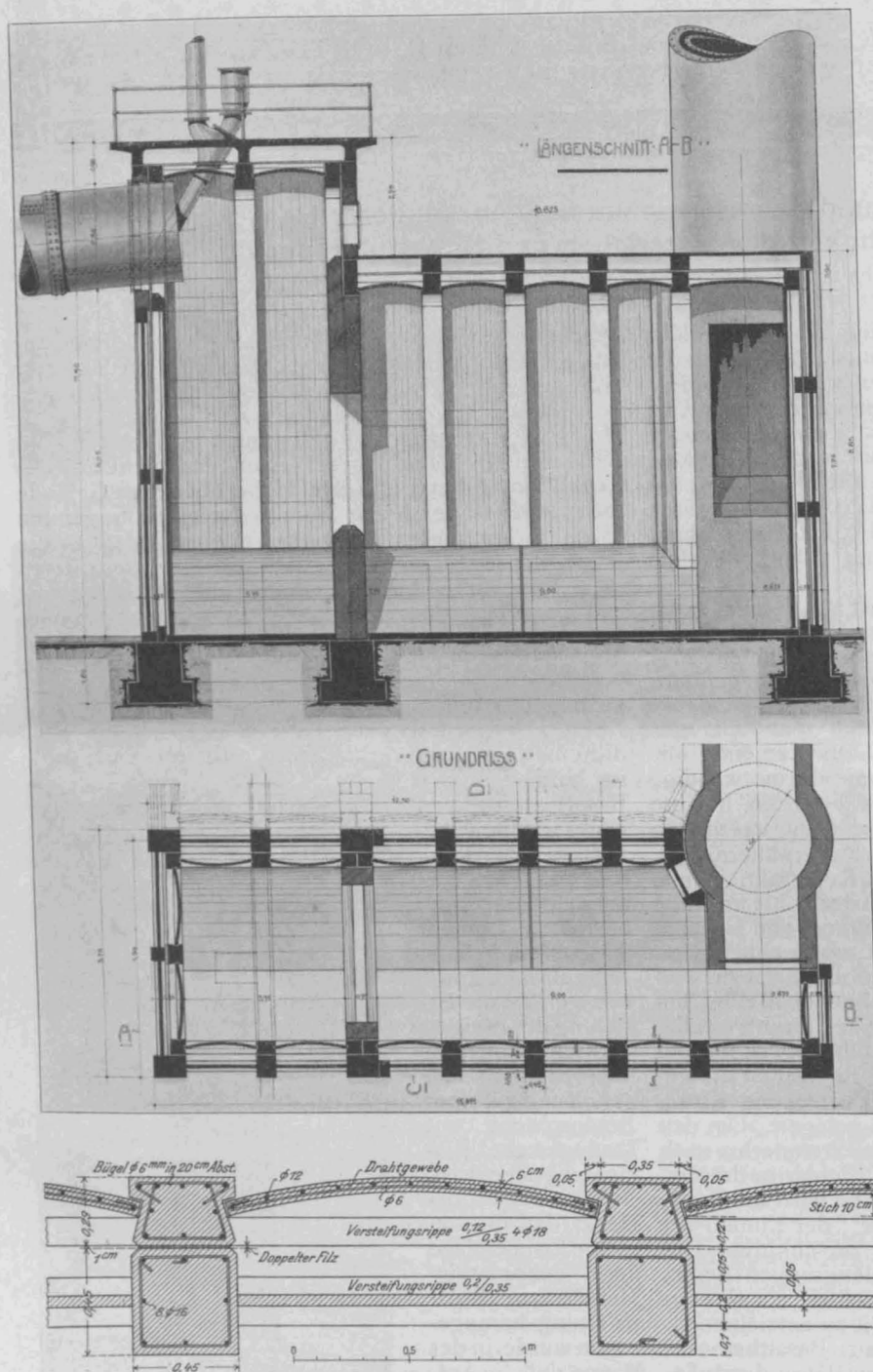


Abbildung 7. Wandkonstruktion der Staubkammer.

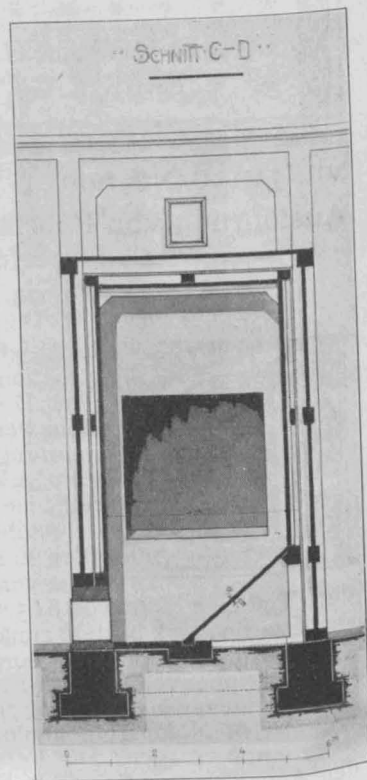


Abbildung 6. Staubkammer für einen Drehofen.

Bei dem Kohlensilo, auf des- sen Konstruktion im übrigen nicht näher eingegangen wer- den soll, ist vielleicht die nach den Vorschlägen der erbauden Maschinenfabrik getroffene Anordnung der Abzapföffnun- gen bemerkenswert. Die Zufüh- rung des Materiales zu den Ab- zapföffnungen geschieht nicht durch die meist übliche trichter- förmige Ausbildung des Silo- bodens, das Material fällt viel- mehr durch den auf die ganze Tiefe des Silos durchgeführten Längsschlitz, der durch die ge- neigte Silo-Außenwand bzw. durch die an der Mittelwand angeordnete Zunge gebildet wird, auf den darunter liegen- den wagrechten Siloboden, in welchem erst die Abzapföffnun- gen liegen. Dieser Längsschlitz ist viel weniger den lästigen

selben mittels einer Hängeleiter. Das Hochziehen eines Schalungsringes erfolgte frühestens, wenn der Beton in dem darüber liegenden Ring zwei Tage alt war. Der innere Rauchring wurde nicht gleichzeitig mit dem tragenden Schaft hochgeführt, sondern nach Fertigstellung des Schaftes in ähnlicher Weise eingebaut.

Ueber den Fabrikbau selbst geben die Abbildun- gen 1-5 Aufschluß, die bereits in No. 7 vorausgeschickt worden sind.

Abbildung 1 stellt eine Gesamtansicht der ersten

Verstopfungen ausgesetzt als ein Trichter. Zudem liegt bei dieser Anordnung das Material über den eigent- lichen Abzapföffnungen fast außer Druck der Silofüllung, sodaß die Abzapfung leicht vonstatten geht und sich bequem regulieren läßt. Um trotzdem etwa vorkom- menden Verstopfungen beizukommen, ist der Raum hin- ter der Zunge an der Mittelwand zugänglich gemacht. Interesse bietet ferner das Rohmühlengebäude, das mit der vorgelagerten Mischbottchanlage im Schnitt Abbildung 2 zur Erscheinung kommt. Das Rohmühlen-

Gebäude ist außergewöhnlichen Belastungen und Erschütterungen ausgesetzt. In der Decke des ersten Stockwerkes sind die zwei schweren Kugelmühlen aufgehängt; der Betrieb einer Kugelmühle mit der im Erdgeschoß stehenden Rohmühle erfordert einen Kraftaufwand von etwa 200 PS. Im zweiten Stockwerk sind in der durch die hohen Unterzüge kenntlichen Doppeldecke (Abb. 5 in No. 7) die beiden Steinbrecher (mit 300 · 800 mm Maulweite) aufgestellt. Die Erschütterungen, die das Bauwerk durch den Betrieb dieser Maschinen erfährt,

sind so beträchtlich, daß ein anderwärts für die gleichen Belastungen in Eisenkonstruktion ausgeführter ähnlicher Bau denselben nicht genügend Widerstand leistete, sodaß nachträglich Versteifungen vorgenommen werden mußten. Bei diesem Eisenbetonbau zeigten sich nicht die geringsten Mißstände, sodaß er als charakteristisches Beispiel der bekannten Ueberlegenheit des Eisenbeton-Massivbaues gegenüber der Eisenkonstruktion gerade im Widerstand gegen große Erschütterungen gelten kann. —

Der Eisenbeton zum Auskleiden von Schächten im Steinkohlengebirge.

Von Baumstr. Meurer, Vorsteh. des Baubureaus der Bergwerks-Abteilung der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G. in Gelsenkirchen.

I.
Die Gelsenkirchener Bergwerks-Aktien-Gesellschaft, die mit dem Abteufen zweier Schächte, Rheinelbe VI und Alma V, beschäftigt ist, hat die Auskleidung beider Schächte in Eisenbeton gewählt, um die Schwierigkeiten und Mängel, die den üblichen Auskleidungs-Methoden anhaften, zu vermeiden. Mit dieser Ausführung ist die Firma Franz Schlüter, Spezial-Geschäft für Beton- und Monierbau in Dortmund, betraut worden. Der lichte Querschnitt für beide Schächte ist auf 6 m bemessen. Der Schacht Rheinelbe VI soll auf eine Gesamtteufe von 836 m, der Schacht Alma V auf 550 m gebracht werden. Ersterer soll als Luftschacht, letzterer als Förderschacht dienen. —

Man fing mit diesen Arbeiten zunächst am Schacht Rheinelbe VI an, wo die Abteuf-Arbeiten am weitesten vorgeschritten waren. Als die Abteufungsarbeiten einen gewissen Vorsprung erreicht hatten, erfolgte das Betonieren in abgesetzten Stößen von rd. 25 m Höhe. (Es sei hierzu bemerkt, daß der oberste Teil dieses Schachtes bis 6,3 m in 3 1/2 Stein starkem Zement-Mauerwerk und weiter bis 115,5 m Teufe, weil wasserreiches Deckgebirge zu durchsinken war, mit Tübbingsausgebaut ist, um die zusitzenden Wasser zurückzuhalten.) Nachdem ein Teil der Auskleidung fertig und ausgeschalt war, und sich ein zufriedenstellendes Ergebnis zeigte, ging man auch dazu über, den Schacht Alma V in derselben Weise mit Eisenbeton auszukleiden.

Die zu diesem Zwecke erforderlichen Lehren, die dicht und gegen Formänderungen widerstandsfähig sein müssen, bestehen aus einzelnen, aus vier Segmenten zusammen gesetzten Ringen aus C-Eisen N.-P. 10 und aus handlichen, versteiften Schalungsblechen (vergl. Abbildung 1). Letztere besitzen 75 cm Höhe und 74 cm bzw. 92 cm Breite und 3 mm Stärke. Auf diesen Blechen ist an den beiden wagrechten Kanten ein Winkeleisen von 40 mm Schenkelbreite aufgenietet. Zur Verbindung der Bleche eines Ringes untereinander ist an je einer lotrechten Kante jedes Bleches ein breitbasiges L-Eisen N. 10 derart aufgenietet, daß es mit der einen Hälfte über das nächste Blech übergreift, also mit diesem verbolzt werden kann. Mit dem unteren Winkeleisen ruhen die so hergestellten Blechzylinder

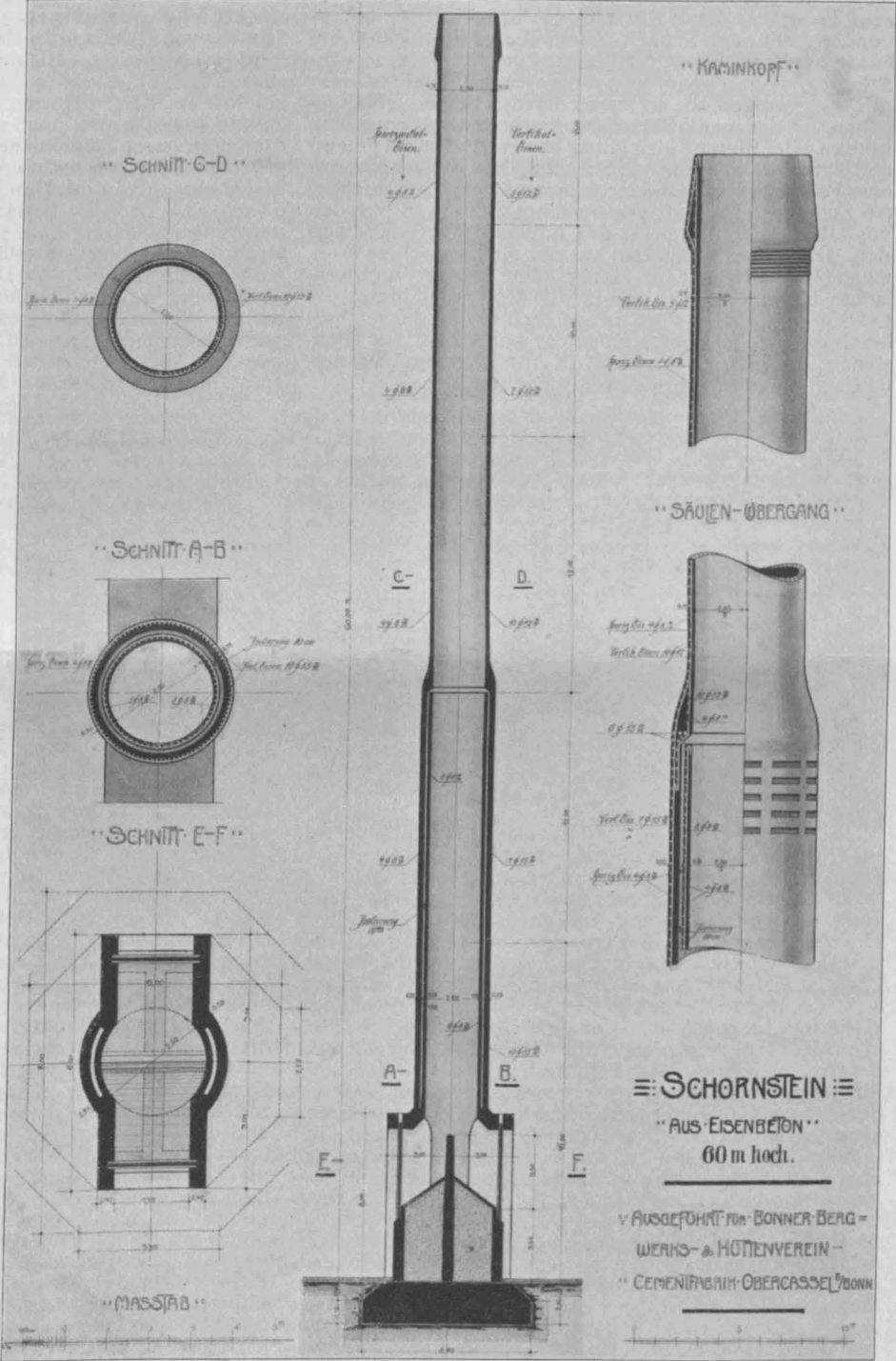


Abb. 8. Konstruktion des Schornsteines. Ausführung von Fabrik- und Schornsteinbau unter besonderer Berücksichtigung der Feuerfestigkeit der Materialien und Konstruktionsteile.

der auf dem oberen Flansch des C-Eisen-Ringes und werden durch Einsteckbolzen in ihrer Lage festgehalten. Auf die oberen Winkeleisen wird dann der zweite Ring gelegt und ebenfalls durch Bolzen, welche an kurzen Ketten befestigt sind, mit den Blechen verbunden usw.

Die Zusammensetzung des Lehrzylinders erfordert

für jeden Ring 16 Bleche. Ist auf diese Weise ein Lehrsylinder eingebaut, so wird der zwischen ihm und dem Schachtstoß verbleibende Hohlraum von rd. 30 cm Weite mit Beton in der Mischung 1 Teil Portlandzement, 1 Teil Traß und 5 Teile Rheinkies verfüllt und ausgestampft. Für den Schacht Alma V wird die gleiche Mischung verwendet, jedoch ist der Traß nur im ersten Teil des Schachtes dem Zementbeton beigemischt worden, da später das Gebirge trockener wurde. Der Zusatz von Traß soll die Wasserdichtigkeit des Betons erhöhen und ihn gegen etwa auftretende Säure-Wasser widerstandsfähiger machen. Als Zuschlag dient Rheinkies mit einer Maximal Korngröße von 20–30 mm.

Die Herstellung des Betons erfolgt auf maschinellern Wege. Zur Förderung des Betons, der am Tage gemischt wird, kommen eiserne Kübel mit je 1000 l Inhalt zur Verwendung. Für den Schacht Rheinelbe VI sind 2 getrennte Förderungen vorhanden. Die eine dient für die Teufungsarbeiten, wodurch die ausgeschossenen Gesteinsmassen zu Tage gelangen, die andere fördert den Beton zur Hängebühne, von der aus die Betonierungsarbeiten vorgenommen werden. Bei dieser Einrichtung kann fortwährend geteuft und betoniert werden. Auf Schacht Alma dagegen ist nur eine Förderung vorhanden; hier muß je in 2 Schichten (16 Stunden) abgeteuft und in einer Schicht (8 Stunden) von 2 Uhr nachmittags bis 10 Uhr abends) betoniert werden. Der Kübel bringt den aus der Mischmaschine kommenden Beton sofort zur Hängebühne, wo er durch einfaches Kippen entleert und in den Hohlraum hinter die Lehren geschauvelt wird, in welchen vorher das noch zu beschreibende Eisennetz eingelegt worden ist. Da höchstens 2 Ringhöhen auf einmal in Angriff genommen werden und bei der Natur des wenig feuchten Betons ist hier-

ten sollen, für 2 Sätze je 15 steigende Meter Schalungs Material vorhanden sein.

Zum Kostenvergleich sollen die Baukosten für den Schacht Rheinelbe VI, einmal in der jetzt in Ausführung begriffenen Eisenbetonauskleidung auf 720 stgdm und das andere Mal, wenn man den Schacht in Ziegel-Zementmauerwerk ausgekleidet hätte, näher ermittelt werden. In dem Verträge mit der Unternehmerfirma ist der Preis für das stgdm Eisenbetonauskleidung mit 335 M. einschließlich aller Materialien und Arbeitslöhne festgesetzt. Die Kosten hierfür belaufen sich auf $720 \cdot 335 = 241\,200$ M. In drei Stein starkem Ziegelmauerwerk in Zementmörtel würden sich die Kosten dagegen wie folgt berechnen: Bei 6 m Durchmesser entfallen auf 1 stgdm fertigen Schacht bei 77 cm Wandstärke 16,36 cbm Mauerwerk. Bei einem Einheitspreis für 1 cbm Ziegel-Zementmauerwerk im Schacht von 24 M. würde das steigende Meter $16,36 \cdot 24 = \text{rd. } 393$ M. kosten. Mithin würde sich der Ausbau des ganzen Schachtes auf $720 \cdot 393 = 282\,960$ M. belaufen. Abgesehen von diesen Kosten für den eigentlichen Schachtausbau kommen aber noch weitere Kosten hinzu. Für die drei Stein starke Ziegelmauer wäre der Schacht mit einem größeren Durchmesser niederzubringen. Während beim Eisenbetonausbau der Durchmesser des rohen Schachtes $6 + 2 \cdot 0,28 = \text{rd. } 6,6$ m beträgt, würde hierfür ein Durchmesser von $6 + 2 \cdot 0,77 = \text{rd. } 7,6$ m erforderlich gewesen sein. Bei 6,6 m Durchmesser müßten auf 1 stgdm rd. 34,2 cbm Gesteinsmassen, bei 7,6 m Durchmesser dagegen 45,34 cbm ausgehoben werden. Demnach sind 11,14 cbm bei Ziegelmauerwerk für 1 stgdm mehr auszuheben. Das sind bei 720 m Teufe $11,14 \cdot 720 = \text{rd. } 8021$ cbm mehr. Veranschlagt man das Ausschachten auf die ganze Teufe bezogen mit 10 M. für 1 cbm, so würden sich die weiteren Mehrkosten

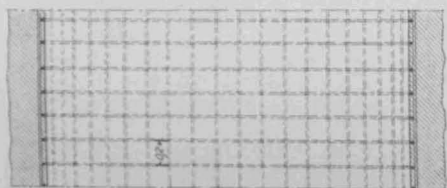


Abbildung 3.
Schacht-
Auskleidung
mit Eisen-
beton.

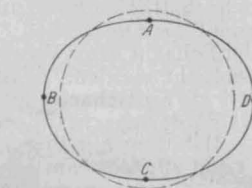
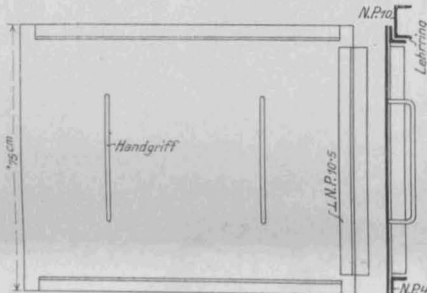


Abbildung 1.
Schacht-Deformation bei
ungleichmäßigem Druck.

Abbildung 2 (Mitte).
Versteiftes Schalblech.

bei ein schädliches Entmischen nicht zu befürchten. Die Einstampfung erfolgte in Schichten von 20 cm Höhe.

Bei der statischen Berechnung der Eisenbeton-Auskleidung ging man von einer in Zementmörtel gemauerten Ziegelmauer von 3 Steinen (77 cm) aus, womit man anderenfalls den Schachtstoß ausgekleidet haben würde. Die zulässige Beanspruchung einer solchen Mauer beträgt rd. 8,5 kg/qcm, die des Betons in dem vorliegenden Mischungsverhältnis rd. 30 kg/qcm. Um dem Gebirgsdruck in gleichem Maße zu begegnen, wäre demnach nur eine Stärke der Betonmauer von 28 cm erforderlich gewesen, sie ist aber im Durchschnitt auf rd. 30 cm bemessen worden. Der aus der statischen Berechnung sich ergebende Wandstärke von 28 cm liegt ein auf den ganzen Umfang gleichmäßig verteilter Gebirgsdruck zu Grunde. In Wirklichkeit trifft dies nun aber nicht zu, es werden vielmehr an einzelnen Stellen ungleichförmige Krafteinwirkungen eintreten, die den Kreis in eine elliptische Form zu pressen suchen, derart, daß nach Abbildung 1 bei A und C an der Innenseite, bei B und D an der Außenseite Zugspannungen sich einzustellen suchen. An letzteren Stellen (B und D) wird aber durch den Gegendruck des Gebirges das Auftreten nennenswerter Zugspannungen verhindert, so daß lediglich an der inneren Wandung Vorkehrungen zur Aufnahme von Zugspannungen getroffen werden müssen. Im vorliegenden Falle werden daher, nach Abbildung 3, nach jeder der beiden Richtungen für jedes Meter Länge 5 Rundeisen von 20 mm Durchmesser mit einer Fläche von 15,79 qcm eingelegt, die also eine Zugkraft von $15,7 \cdot 1000 = 15\,700$ kg zu übertragen vermögen. Die Eisen sind in Längen von 5 m verwendet und greifen mit Haken ineinander, während die Kreuzungsstellen mit einem 1,5 mm starken Bindedraht verbunden sind.

Nach rd. 20 Tagen konnte die eiserne Schalung beseitigt werden. Zur Abtönung müssen mindestens, wenn keine Unterbrechungen der Betonierungsarbeiten eintre-

auf $8021 \cdot 10 = 80\,210$ M. belaufen. Diese Summe zu den Kosten des Ausbaues bei Ziegelmauerwerk hinzugerechnet, würde für den fertigen Schacht $282\,960 + 80\,210 = 362\,506$ Mark ergeben, mithin bleibt bei Anwendung des Eisenbeton-Ausbaus eine Ersparnis von 121 306 M.

Die Anwendung einer Eisenbetonkonstruktion zum Schachtausbau bietet folgende Vorteile: Das Material kann an Ort und Stelle bereit und in weicher Beschaffenheit verarbeitet werden. In diesem Zustande gibt es jedem Drucke des Stampfens leicht nach, schmiegt sich allen Unebenheiten des Schachtstoßes an und füllt alle Hohlräume vollständig dicht aus. Bei Ziegelmauerwerk dagegen bleiben bei zackigem Gebirgsstoß infolge flüchtiger Arbeit vielfach Hohlräume stehen. Beim dichtanschließenden Betonausbau findet also der etwa auftretende Gebirgsdruck sofort ein Widerlager, während er in jenen Hohlräumen lebendige Kraft äußern und plötzlich mit gewaltigem Stoß auf die Schachtwandung wirken kann. Die Sicherheit des Eisenbetonausbaues ist also eine größere und es läßt sich in einfacher Weise an Stellen des Ausbaues, die besonders starken Druck auszuhalten haben, durch Vermehrung der Eiseneinlagen größere Widerstandsfähigkeit geben, ohne die Stärke der Auskleidung zu vergrößern. Bei Verwendung von feinkörnigem Rheinkies und Traß ist die Dichtigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen süße und saure Wasser sowie gegen Witterungseinflüsse größer als bei Mauerwerk. Auch bietet die rauhe und klüftige Ziegelsteinmauerung den ausziehenden Wettern mehr Widerstand als die verhältnismäßig glatte Betonauskleidung. Wie die obige Aufstellung zeigt, ist der Eisenbetonausbau bedeutend billiger und infolge des durch geringeren Querschnitt auch nur erforderlichen geringen Gesteinverbandes vollzieht sich die Abteufung des Schachtes nicht unwesentlich rascher. Es sprechen also für die Ausführung in Eisenbeton eine ganze Reihe von Vorteilen.

Inhalt: Ausführung von Fabrik- und Schornsteinbau unter besonderer Berücksichtigung der Feuerfestigkeit der Materialien und Konstruktionsteile. (Schluß.) Der Eisenbeton zum Auskleiden von Schächten im Steinkohlengebirge I.

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich Fritz Eiselen, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.